



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Comparación de pruebas estructurales pre y post cirugía de cataratas

Autor/es

Miriam Barrionuevo Gallego

Director/es

José Manuel Larrosa Poves

Galadriel Giménez Calvo

Grado en Óptica y Optometría

Facultad de Ciencias

Curso 2014-2015

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1. CRISTALINO.....	4
2.2. CATARATA.....	4
✚ CLASIFICACIÓN.....	5
✚ EPIDEMIOLOGÍA Y PREVALENCIA.....	6
✚ TRATAMIENTO Y PRONÓSTICO.....	7
2.3. LENTES INTRAOCULARES.....	7
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	9
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
✚ DISEÑO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.	
Criterios de inclusión y exclusión.....	9
✚ PROTOCOLO EXPLORATORIO.....	10
✚ METODOLOGÍA PRUEBAS COMPLEMENTARIAS.....	11
✚ CREACIÓN BASE DE DATOS.....	14
✚ ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSIÓN.....	24
7. CONCLUSIONES.....	27
8. REFERENCIAS.....	28

1. Justificación del tema

La cirugía de cataratas basada en la extracción del cristalino y su sustitución por una lente artificial es una intervención quirúrgica que se ha especializado y evolucionado en muchos aspectos, tanto en técnicas como en instrumental utilizado. El envejecimiento de la población, asociado al aumento de la esperanza de vida hace que la prevalencia de esta patología aumente exponencialmente, y especialmente se ve acelerado en España, donde el aumento de longevidad y la disminución de la natalidad hacen más patente la prevalencia de esta patología ocular.^{1,2}

Debemos tener en cuenta, que las necesidades actuales difieren en gran medida con las de hace unos años y con ello los requerimientos visuales actuales se han convertido en más exigentes, por lo que buscar una solución ajustada a este problema se ha convertido en un objetivo primordial. Actualmente esta cirugía se encuentra entre las más demandadas, debido a que su tasa de éxito se encuentra entre el 85-92%.³ Por ello es primordial obtener los mejores resultados tanto anatómicos como funcionales acompañados de una cirugía fácil y segura junto con una rehabilitación visual óptima.

Es importante tener en cuenta todos los factores del paciente a la hora de realizar una cirugía (edad, tipo de profesión, actividades, historia clínica, estado sistémico, estado refractivo, etc.) para proporcionarle así la mejor opción individualizada en la implantación de una lente intraocular. También cabe recalcar que en este caso, como en todas las cirugías, existe un riesgo de complicaciones tanto en el segmento anterior del como en el posterior del ojo, entre las que se encuentran: alteraciones en la tensión ocular, lesiones corneales, lesiones en iris, edema macular quístico, problemas con la LIO, alteraciones en la capsula, fototraumatismos, etc.

En los últimos tiempos, se han diseñado un nuevo tipo de lentes intraoculares, las denominadas multifocales, que permiten la independencia del uso de gafas tanto en visión lejana como en visión próxima. A este tipo de lentes se les asocia una serie de desventajas, como los síntomas de percepción de halos alrededor de luces o la disminución de la sensibilidad al contraste.

Este trabajo se centra en demostrar o negar la existencia de modificaciones a nivel estructural del globo ocular cuando se realiza una cirugía de cataratas, realizando por ello una serie de pruebas de estudio enfocadas en el análisis anatómico ocular del paciente antes y después de ser sometidos a este tipo de intervención quirúrgica.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 CRISTALINO

El cristalino es una estructura biconvexa, transparente y avascular que se encuentra situado tras el iris y delante del humor vítreo. Es un elemento dióptrico del sistema visual cuyo poder de refracción es de 17 D en reposo, y cuya acción principal consiste en enfocar objetos situados a diferentes distancias por el método de la acomodación.

La acomodación es el mecanismo por el que el ojo aumenta su poder de convergencia para permitir el enfoque de objetos cercanos. Al acomodar el cristalino experimenta un aumento de su curvatura derivado de la contracción del músculo ciliar que provoca una relajación en las zónulas que sujetan al cristalino.⁴

Estructura del cristalino:

- Fibras zonulares: parten del cuerpo ciliar y sujetan al cristalino.
- Cápsula: en ella se insertan las fibras zonulares y se moldea durante los cambios en la acomodación.
- Epitelio cristalino: cuenta con una capa de células epiteliales metabólicamente activas que permiten el crecimiento.
- Núcleo y corteza: capa más antigua en la que se depositan las células más viejas. No existe ninguna distinción morfológica entre la corteza y el núcleo, sino una transición gradual entre ellos.

A lo largo de la vida, las células epiteliales del ecuador del cristalino continúan dividiéndose y generando fibras lenticulares, con lo que el cristalino prosigue creciendo. Conforme envejece el cristalino, se vuelve más duro aumentando también de peso y de grosor, oponiendo resistencia a su deformación cuando se contrae el músculo ciliar. Esta desaparición de la acomodación debida al envejecimiento es conocida como presbicia.

2.2 CATARATA

Se denomina catarata a cualquier opacidad o pérdida de transparencia del cristalino que lleve o no asociada una pérdida de la función visual. La catarata se considera la causa más común reversible de la ceguera.⁵

El principal síntoma de la catarata es la pérdida progresiva de la agudeza visual, aunque dependiendo del tipo de catarata puede ir acompañado de otros síntomas. Además, produce una disminución en la sensibilidad al contraste y una alteración en la apreciación de los colores.⁶

La pérdida de visión que origina la catarata no depende exclusivamente del grado de densidad de la misma, sino que es muy importante la zona en la que se localiza la opacidad; cuanto más posterior y central sea la opacidad, mayor pérdida visual se origina.

2.2.1 CLASIFICACIÓN

Existen numerosas formas de clasificar las cataratas, a continuación se muestra una clasificación por diferentes categorías: ⁵

- I. Según forma clínica: congénitas o adquiridas
- II. Según estado evolutivo: inmadura, madura e hipermadura o morganiana
- III. Según etiología: senil, traumática, por alteraciones metabólicas, tóxicas, asociada a una patología ocular y asociada a una patología general.
- IV. Según localización zona opacificada: nuclear, cortical y subcapsular posterior ^{5,7}
 - a. Catarata Nuclear: aparece en edad avanza y tiende a progresar con lentitud. Son bilaterales y pueden ser asimétricas. El endurecimiento del núcleo del cristalino provoca un incremento del índice refractivo y esto induce a una miopía en los pacientes. La coloración amarillenta que experimente el núcleo produce una mala discriminación en los colores para el que lo padece. En casos muy evolucionados adquiere una coloración marrón brunescente que afecta a la función fotópica retiniana.
 - b. Catarata Cortical: es causada por cambios en la hidratación y la composición iónica de las fibras de la corteza del cristalino. La opacidad cortical puede ser central o periférica, limitando menos la visión en esta última. Suelen ser bilaterales. La queja más común de estos pacientes es el deslumbramiento y pueden llegar a experimentar diplopía monocular. Evolución generalmente lenta.
 - c. Subcapsular Posterior: este tipo de catarata está asociado a la migración de células epiteliales del cristalino hacia la cápsula posterior. Los jóvenes son más propensos a padecer este tipo de catarata ya que pueden aparecer como consecuencia de traumatismos, corticoides o inflamaciones. Los síntomas más comunes son deslumbramiento y disminución AV en visión cercana.



Figura 1: Clasificación catarata según opacificación localizada

- V. Clasificación LOCS II (Lens Opacities Classification System): sistema clínico para la clasificación de cataratas, que consiste en seis imágenes de lámpara de hendidura para evaluar el color del núcleo (NC) y la opalescencia (NO); cinco imágenes retroiluminadas para evaluar la catarata cortical (C); y cinco imágenes retroiluminadas para evaluar la catarata subcapsular posterior (P). La severidad de la catarata se clasifica en una escala decimal, y los patrones tienen intervalos separados regularmente en una escala decimal.⁸

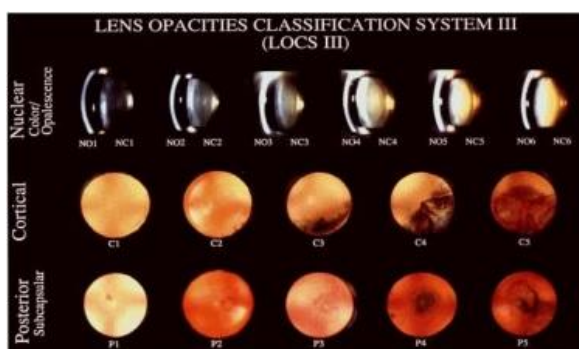
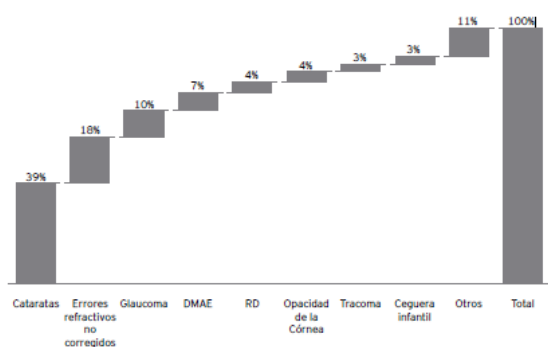


Figura 2: Clasificación LOCS III para catarata

2.2.2 EPIDEMIOLOGÍA Y PREVALENCIA

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las cataratas representan la primera causa de ceguera y alteración visual en el mundo, la cual aumenta cada año.⁸ Datos publicados en 2012 muestran que el número total de personas con discapacidad visual en todo el mundo se encuentra en torno de los 285 millones, incluyendo 39 millones de personas ciegas, de los cuales alrededor del 80% están por encima de los 50 años, muchos de los casos evitables.⁹



Principales causas de ceguera en el mundo (año 2012)⁷

En España según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2014, muestran la existencia de 847,3 miles de personas diagnosticadas con discapacidad por cataratas.

La catarata es una enfermedad crónica asociada al proceso de envejecimiento. El paulatino aumento de la esperanza de vida ha provocado un aumento en de la prevalencia de cataratas. Estos datos nos muestran la relevancia de esta enfermedad, tanto por su impacto en la población de mayor edad como en los servicios que la cirugía conlleva.⁹ Datos actuales muestran que en España la población mayor de 65 años se sitúa alrededor del 17,06% de la población total, y las predicciones para el año

2050 según la ONU nos sitúan como el país más envejecido del mundo, de cuya población el 40% se situaría por encima de los 60 años.

Por otra parte, aunque la demanda de cirugía de cataratas ha aumentado drásticamente, se ha reducido el impacto de las cataratas sobre el número de personas con altos grados de discapacidad visual y de ceguera gracias a las nuevas técnicas de cirugía.⁹

2.2.3 TRATAMIENTO Y PRONÓSTICO

El tratamiento definitivo de las cataratas es el método quirúrgico. A pesar del esfuerzo de investigación en este campo no existe ningún tratamiento farmacológico que prevenga o cure de forma efectiva las cataratas relacionadas con la edad.

La técnica más utilizada actualmente en el mundo es la denominada facoemulsificación, creada en 1967 por un cirujano estadounidense que difería de las extracciones extracapsulares convencionales utilizadas en la época. La facoemulsificación se sirve de una punta ultrasónica que fragmenta el núcleo de la catarata y emulsiona los fragmentos. Esta técnica utiliza un sistema de aspiración controlado para extraer el material. Este tipo de cirugía se realiza mediante una incisión pequeña, determinando una menor incidencia en las complicaciones y adelantando así la rehabilitación visual. En la actualidad esta cirugía se realiza con anestesia local. Todo ello junto al origen de las lentes intraoculares plegables que permiten mantener una incisión pequeña, han convertido a esta técnica en la más frecuente a nivel quirúrgico de cataratas.⁷

Como vemos, la intervención de cataratas en la actualidad es un proceso rápido e indoloro, con una gran tasa de éxito (alrededor del 95%) y con escasos riesgos de complicaciones post quirúrgicas; permitiendo al paciente recuperar una buena visión e incluso mejorar a la que había tenido normalmente.

2.3 LENTES INTRAOCULARES

Las lentes intraoculares (LIO) se encuentran en constante evolución tecnológica, tanto en su diseño como en los materiales, siendo este campo muy amplio y dinámico. La elección de la lente a implantar depende tanto de las consideraciones teóricas acerca de las lentes (características de las mismas), la experiencia y preferencias del cirujano, como de las circunstancias de cada paciente a operar (historia, estado clínico, posibles complicaciones, etc.). El cálculo de la LIO es siempre individual a cada caso y se realiza mediante una fórmula de cálculo elegida a partir de las medidas obtenidas en la biometría. A continuación, se expone una clasificación general de las lentes más utilizadas para cirugía de catarata:

- Lentes Monofocales: son las más extendidas en mercado. Consisten en corregir al paciente a una determinada distancia, generalmente en lejos, siendo necesaria la utilización de gafas para visión cercana e intermedia. Estas lentes se encuentran disponibles en geometría esférica (no compensa la aberración total ocular, actualmente en desuso), esférica (compensa la aberración ocular total, menor tolerancia al centrado) y tóricas (corrige astigmatismo corneal previo).

➤ Lentes Multifocales⁵: Existen diferentes diseños dependiendo del tipo de óptica que las caracteriza, distinguiendo entre difractivas, refractivas o acomodativas. (Ver figura 3)

- *LIOs refractivas*: se basan en el fenómeno de refracción. Su diseño cuenta con diferentes zonas de potencia conseguidas mediante el cambio en el índice de refracción. Podemos encontrarlas con geometrías de 2,3 y 5 zonas, aunque principalmente el diseño es de 5 anillos concéntricos que nos dan unas zonas para VL y otras para VP. El centrado y la alineación axial es muy importante en este tipo de lentes. Son pupilodependientes.
- *LIOs difractivas*: se basan en el fenómeno de la difracción característico de las ondas, que consiste en la dispersión de la luz al pasar por un orificio u obstáculo. Este tipo de LIO cuenta una superficie refractiva con un índice determinado, en la cual están tallados unos escalones difractivos. Cuanta mayor altura tengan estos escalones mayor será la adición en cerca. Son pupilodependientes y sugieren mayor percepción de halos y deslumbramiento en el paciente.
- *LIOs difractivas Apodizadas*: basadas en el fenómeno difractivo, cuentan con una característica óptica especial. En este tipo, los escalones van disminuyendo de tamaño hacia la periferia, acercándose a un diseño que en escotópico se comporte como monofocal. Así la porción más periférica cuenta con una estructura refractiva, minimizando los fenómenos disfotópicos nocturnos.
- *LIOs acomodativas*: simulan el proceso de acomodación del cristalino: el saco capsular se contrae y se transmite a la lente, lo que aumenta la potencia total del ojo. Lo que diferencia a esta lente son los hápticos. Al contraerse se relajan las fibras zonulares y la energía liberada permite que la lente se mueva hacia adelante, aumentando su potencia dióptrica para enfocar en distancia cercana. Resulta importante valorar la cámara anterior del paciente antes de implantarlas. Son pupiloindependientes.



Figura 3: Diseños LIOs Multifocales: Difractiva, Refractiva y Acomodativa

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

Los parámetros estructurales corneales y retinianos obtenidos antes y después de la cirugía de cataratas son equivalentes, no se modifican con la cirugía y además las modificaciones de los parámetros ópticos no alteran las mediciones de las estructuras neuroretinianas del fondo del ojo.

3.2 OBJETIVOS

- Comparar valores de espesor central macular y nervio óptico (NO) promedio y por cuadrantes obtenidos mediante OCT Spectralis antes y después de la cirugía de cataratas.
- Comparar valores de espesor central macular y espesor promedio de nervio óptico obtenidos mediante OCT Cirrus antes y después de la cirugía de cataratas.
- Comparar valores de espesor central macular y espesor nervio óptico promedio obtenidos mediante OCT de referencia (Spectralis) y OCT complementario (Cirrus) antes y después de la cirugía de cataratas.
- Comparar valores de parámetros estructurales postoperatorios en función de tipo de lente intraocular implantada.
- Comparar valores de aberración de alto orden (HOA) total y factor de asfericidad (Q) antes y después de la cirugía de cataratas.

4. Materiales y método

4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

El estudio se realizó en la Unidad de Función Visual (UFV) del hospital universitario Miguel Servet (HUMS) de Zaragoza. En él se siguieron las directrices del protocolo general de cirugía de cataratas dictadas para dicho hospital. Se compararon los hallazgos estructurales pre y post cirugía de cataratas obtenidos mediante Spectralis OCT, Cirrus OCT, y Aberrómetro Topcon.

La muestra fue seleccionada de forma prospectiva y consecutiva a 20 pacientes incluidos en la lista de espera de cirugía de catarata del HUMS en el periodo comprendido entre Noviembre de 2014 y Mayo de 2015, todo ello suscrito bajo carácter confidencial y consentimiento informado de los pacientes. El diseño del estudio siguió las directrices de la Declaración de Helsinki para investigaciones biomédicas en humanos.

Todos los pacientes que fueron incluidos cumplieron los siguientes requisitos:

- Edad pacientes ≤ 80 años
- Catarata con $AV \leq 0.4$
- Disponibilidad para realizar las pruebas del protocolo exploratorio
- Aceptación del consentimiento informado

No fueron incluidos aquellos sujetos que cumplieran cualquiera de los siguientes conceptos:

- Cirugías intraoculares previas y/o cirugías refractivas corneales
- Defectos de refracción elevados
- Ojo único u ojo con ambliopía profunda
- Síndromes o enfermedades generales graves
- Patologías oculares (DMAE, ojo seco, glaucoma, diabetes, distrofias endoteliales, etc.)

4.2 PROTOCOLO EXPLORATORIO

A todos los pacientes seleccionados para el estudio se les realizó un examen basal completo tanto preoperatorio como postoperatorio:

Estudio exclusivo Preoperatorio

- I. Historia clínica general
- II. Historia clínica oftalmológica
- III. Medida de los parámetros físicos del globo ocular mediante biometría IOL Master

Estudio Preoperatorio y Postoperatorio (comparten varias pruebas a realizar)

- I. Exploración oftalmológica básica que se compone:
 - a. Evaluación de la agudeza visual en monocular y binocular, con y sin su mejor corrección utilizando el optotipo ETDRS a 4 metros con iluminación variable en la sala.
 - b. Refracción objetiva mediante retinoscopia y refracción subjetiva con optotipo ETDRS a 4 metros en condiciones mesópicas de iluminación para visión lejana, carta optotipo ETDRS a 40 cm para visión próxima y a 63 cm para visión intermedia.
 - c. Medida de sensibilidad al contraste con test CSV1000E a 2,5 metros de forma monocular y binocular con retroiluminación del test.
 - d. Exploración del segmento anterior mediante biomicroscopia con lámpara de hendidura. Exploración de fondo de ojo con lente +20 D. Medición de la presión intraocular (PIO) mediante tonometría de aplanación Goldmann.
- II. Estudio de CFNR, mácula y nervio óptico mediante Cirrus OCT y Spectralis OCT

- III. Determinación de la aberración de frente de onda, topografía corneal, pupilometría, queratometría y refracción automática por aberrometría Topcon.

4.3 METODOLOGÍA PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

La toma de medidas fue llevada a cabo de la misma manera a toda la muestra de pacientes incluidos en este estudio. Las exploraciones pre-cirugía y post-cirugía se corresponden a los protocolos C1 y C4, uno previo y otro posterior a la cirugía de la catarata del HUMS en un tiempo comprendido entre 5 ± 2 meses entre las medidas. Las exploraciones se realizaron en las citas fijadas por el equipo técnico. Ambos protocolos cuentan con las mismas pruebas a realizar para este estudio, las cuales se realizaron con midriasis pupilar 30 minutos después de aplicar colirio de Tropicamida al 1%.

Todos los pacientes fueron intervenidos por la técnica de facoemulsificación del cristalino y reemplazo del mismo por una lente intraocular (LIO). Los tipos de LIO implantadas en los sujetos pertenecientes a este estudio fueron de dos tipos: monofocales y multifocales.

En lo referente a la multifocal, se utilizó la lente *ZMB00* de la casa Tecnis. Esta lente cuenta con material hidrofóbico acrílico con un diseño biconvexo; esférico en la cara anterior y difractiva en la posterior, haciendo que la óptica sea independiente a la pupila (importancia visión cercana con poca iluminación). Está indicada en pacientes que aspiren a ver de cerca, y de lejos con independencia de las gafas.¹⁰

Por otro lado, se implantó lente monofocal *ZCB00* de la misma casa que está realizada con el mismo material pero difiere en su diseño; lente biconvexa con superficie esférica anterior y borde de óptica cuadrada. Cuenta con 3 puntos de fijación y un borde especialmente diseñado para aumentar la estabilidad.

Ambas lentes tienen por objetivo el alto rendimiento óptico mediante la aproximación de la aberración esférica a cero, disminución la aberración cromática y la incidencia de reflejos.

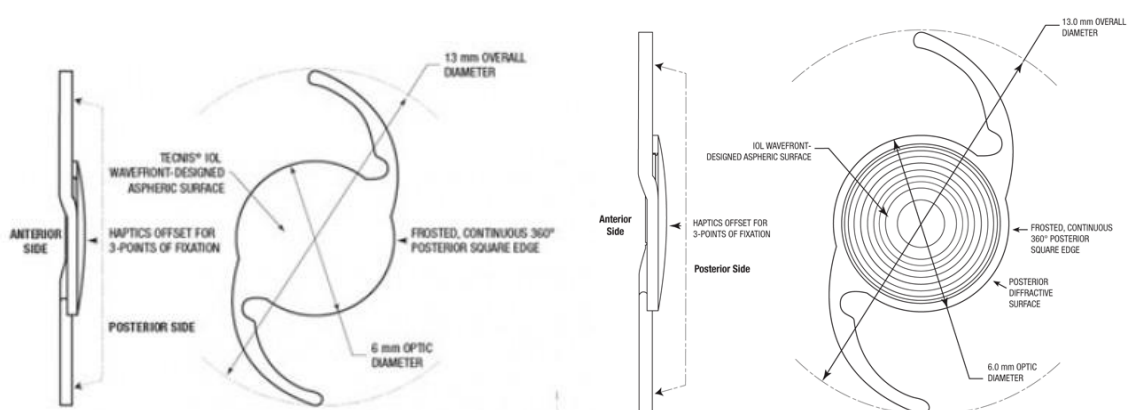


Figura 4: Características de la superficie lente ZB00 y ZMB00 de AMO-Tecnis.

Cirrus OCT^{11, 12}

Se introdujeron los datos del paciente y se seleccionaron los programas *Optic Disc Cube 200x200* para estudio de nervio óptico y *Macular Cube 512x128* para mácula. Se colocó al paciente en la mentonera correspondiente (según el ojo a explorar) y se le pidió que mirase al punto de fijación. Se aceptaron aquellas tomografías que presentaban el parámetro de calidad de imagen “Signal Strength” mayor de 7, en base a los criterios de aceptabilidad de la prueba del aparato. Los parámetros obtenidos recogidos para incluir en la base de datos fueron:

Macular 512x128: genera un cubo de datos mediante una cuadrícula de 6 mm adquiriendo una serie de 128 barridos lineales horizontales compuestos, a su vez, de 512 barridos.

- Espesor por sectores: muestra el espesor de la mácula.
 - Grosor de subcampo central

Nervio Óptico 200x200: genera un cubo de datos de una cuadrícula de 6 mm adquiriendo una serie de 200 barridos lineales horizontales compuestos, a su vez, de 200 barridos cada uno.

- Average RNFL thickness: promedio del espesor de la CFNR

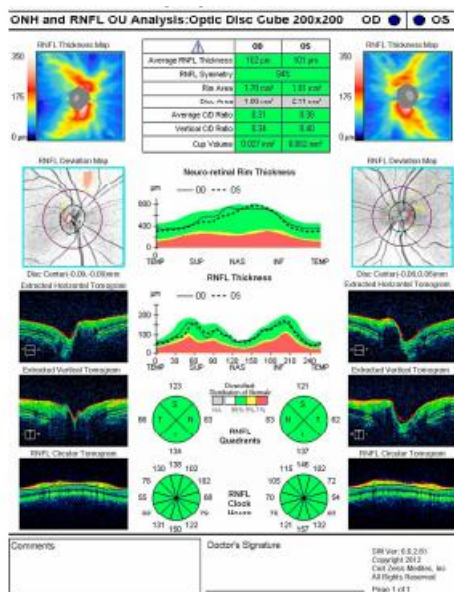


Figura 5: Informe Macular Cube 512x128 por Cirrus OCT

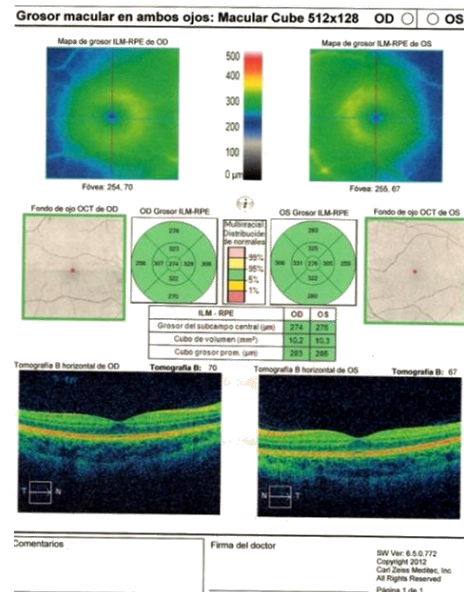


Figura 6: Informe Disc Cube 200x200 por Cirrus OCT

Spectralis OCT¹²

Con este aparato se estudió mácula, nervio óptico y CFNR. Para ello se seleccionaron los protocolos *Glaucoma RNFL* para el estudio de nervio óptico y *Retina Fast* para el de mácula.

Estudio Nervio Óptico

El protocolo *Glaucoma RFNL* realiza un barrido circular alrededor de la cabeza del nervio óptico. Una vez colocado el paciente correctamente, con ayuda del aparato enfocamos una imagen de sección transversal de la retina hasta que ésta sea lo más definida y clara posible. Centramos la cabeza del nervio óptico en la pantalla y activamos el eye-tracker para adquirir las imágenes. Obtenemos a continuación el informe con los parámetros incluidos para el estudio.

- Análisis de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR)
- Gráfico de sectores y corte circular. Los percentiles de distribución normal del grosor de la CFNR se distribuyen por sectores

Estudio Macular

Repetimos los pasos anteriormente descritos para nervio óptico para enfocar la sección macular y activamos el eye-tracker para adquirir las imágenes. Generamos el informe con los parámetros a estudiar.

- Mapa de espesores de la mácula por sectores
 - Center: espesor central

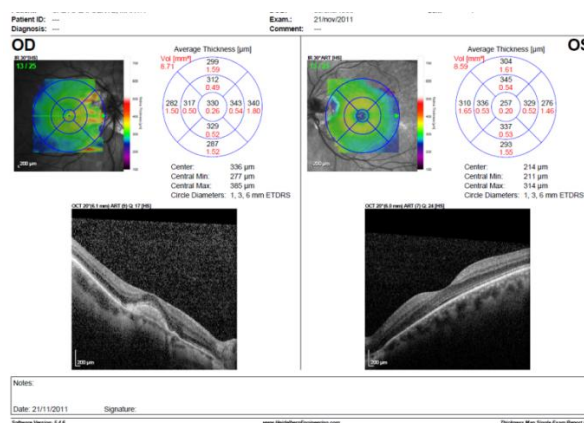


Figura 7: Informe Macular por Spectralis OCT

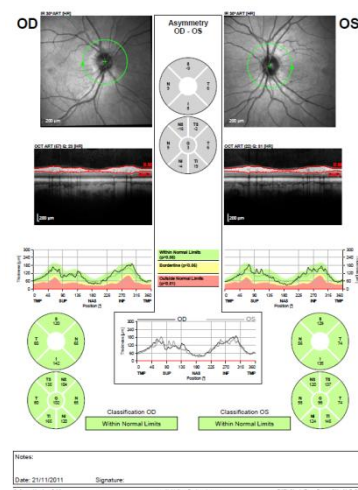


Figura 8: Informe de Nervio Óptico por Spectralis OCT

Aberrómetro TOPCON KR-1W⁵

Esta prueba fue realizada para conocer cómo va cambiando la queratometría, topografía, asfericidad y aberración antes y después de someterse a la operación; así como contrastar o no que el paciente sea idóneo para ello. El protocolo utilizado para la medida fue de pupilometría, con las mismas condiciones que para los anteriores aparatos y en baja iluminación. Estos son los mapas y valores correspondientes destacados para el estudio.

1. Mapa de pupilometría: aberración ocular total
2. Mapa corneal: valor Q (parámetro de asfericidad)

4.4 CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS

Se diseñó una base de datos a partir de una tabla Excel (Microsoft Office 2007). En ella se introdujeron diversas variables obtenidas del protocolo exploratorio realizado antes y después de la intervención quirúrgica de cataratas, distribuidas en diferentes bloques:

- Datos demográficos del paciente: nombre y apellidos, sexo, edad y tipo de LIO implantada
- Resultados exploratorios pre cirugía y pos cirugía de cataratas:

Exploración macular con Cirrus OCT

- Espesor subcampo central (central subfield thickness)

Exploración de nervio óptico con Cirrus OCT

- Average RNFL thickness: promedio del espesor de la CFNR

Exploración de nervio óptico con Spectralis OCT

- Gráfico de sectores y corte circular. Percentiles de distribución normal del grosor de la CFNR por sectores.

Resultados aberrometría con Aberrómetro Topcon KR-1W

- Aberración de alto orden total
- Asfericidad corneal (Q)

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS (Version 19:0; IBM, Somers), tras importar la base de datos creada en Excel a los mismos.

- *Estadística Descriptiva:* Se realizó con el objetivo de describir las características de los sujetos incluidos en el estudio y los parámetros obtenidos en las pruebas. Las variables cuantitativas se expresan con la media \pm desviación típica. Las variables cualitativas se expresarán en gráficas por medio de frecuencias absolutas y relativas (o porcentajes).

- *Estadística Analítica:* Se utilizaron test no paramétricos debido al bajo número de casos, dado que la muestra es inferior a 30 ($n < 30$). Conocemos que las pruebas paramétricas cuentan con mayor potencia estadística, pero dado que los datos no se distribuyen con normalidad, los test no paramétricos nos aportarán mayor fiabilidad y estabilidad en los datos estadísticos.

Se aplicó el test de Wilcoxon, el cual se realiza cuando el supuesto de normalidad no es asumible, evaluando las diferencias entre las variables de los dos grupos dependientes. El sistema consistió en comparar los resultados de los mismos individuos antes y después de la operación, realizando una observación sobre las diferencias estructurales y su significación. Se analizaron las diferencias entre los parámetros pre y post quirúrgicos en distintos aparatos y las diferencias entre lentes intraoculares implantadas y parámetros estructurales post quirúrgicos.

Se realizó el test de la T de Student para comparar los valores medidos entre ambos grupos y comprobar o desechar la existencia de diferencias estadísticamente significativas debidas a la intervención quirúrgica. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $p < 0,05$.

5. Resultados

Se incluyeron en el estudio un total de 36 ojos de 20 pacientes; a 12 de ellos se les adaptó la lente multifocal ZMB00 frente a 8 pacientes con lente monofocal ZCB00. Los estudios exploratorios pre y pos cirugía (protocolos C1 y C4 del HUMS) se realizaron en un tiempo comprendido entre 5 ± 2 meses.

La edad media de los sujetos fue de $63,4 \pm 8$ años.

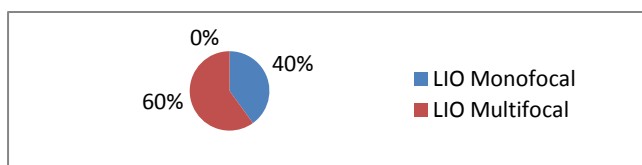


Figura 8: Distribución de la muestra según el tipo de LIO implantada.

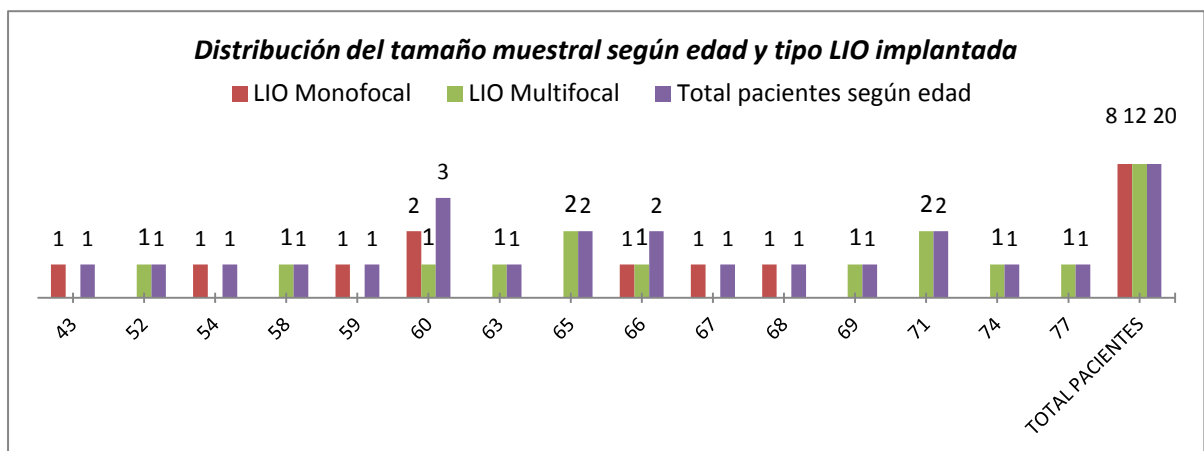


Figura 9: Distribución del tamaño muestral según edad y tipo de LIO implantada

En la tabla 1 se muestra los datos de los parámetros comparados en grupos según exploración anterior o posterior a la cirugía de cataratas:

	PRE CIRUGÍA				POST CIRUGÍA				p
	Máximo (μm)	Mínimo (μm)	Media (μm)	DE	Máximo (μm)	Mínimo (μm)	Media (μm)	DE	
Macular thickness OCT Cirrus	294	206	255,97	19,48	299	209	264,5	20,05	0,004
Average RNFL OCT Cirrus	133	73	96,64	15,52	131	77	98,14	11,57	0,432
Espesor macular Spectralis OCT	276	209	229	15,4	267	211	233,97	15,15	0,032
Espesor NO Sector G Spectralis OCT	134	81	104,44	14,13	135	83	102,44	11,56	0,203
Espesor NO Sector T Spectralis OCT	155	54	83,47	22,00	134	44	79,47	17,08	0,456
Espesor NO Sector N Spectralis OCT	125	42	77,77	17,55	125	47	75,55	17,42	0,321
Espesor NO Sector TS Spectralis OCT	203	63	140,25	26,19	207	94	143,86	22,18	0,174
Espesor NO Sector NS Spectralis OCT	150	61	105,72	22,72	148	68	106,39	18,72	0,756
Espesor NO Sector TI Spectralis OCT	210	114	158,5	25,02	189	118	154,69	19,41	0,832
Espesor NO Sector NI Spectralis OCT	186	67	114,72	29,40	171	70	109,75	28,18	0,165
HOA Total	0,518	0,081	0,229	0,109	0,3	0,076	0,162	0,057	0,001
Factor Q	0,33	-0,5	-0,216	0,151	-0,01	-0,52	-0,239	0,122	0,481

Tabla 1: Valor medio y desviación estándar (DE), mínimo y máximo de los parámetros estudiados antes y después de la intervención quirúrgica de cataratas. Las diferencias entre ambas medidas se muestran en la columna p (T de Student)

No se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores medios obtenidos pre y post cirugía de cataratas, excepto en los siguientes valores:

- El espesor macular medido con Spectralis OCT. En la exploración preoperatoria contó con una media de $229 \pm 15,4 \mu\text{m}$ y en la exploración postoperatoria una media de $223,97 \pm 15,15 \mu\text{m}$.
- Espesor macular medido con Cirrus OCT, en el que media preoperatoria fue $255,97 \pm 19,48 \mu\text{m}$ mientras que después de la operación los valores presentaron una media de $264,5 \pm 20,05 \mu\text{m}$.
- Valor de la aberrometría de alto orden (HOA Total). El dato preoperatorio de fue de $0,229 \pm 0,229 \mu\text{m}$ y el postoperatorio de $0,162 \pm 0,057 \mu\text{m}$.

En los valores de espesor del NO por sectores con OCT Spectralis se observó que la mayor media preoperatoria se encuentra en el sector temporal superior (TI) de $158,5 \pm 25,02 \mu\text{m}$, mientras que la de menor valor se situó en el sector nasal (N) con $77,77 \pm 17,55 \mu\text{m}$. En postoperatorio los resultados

se correlacionan, dado que la mayor media se situó en el sector temporal inferior (TI) frente a la de menor valor en el sector nasal (N) ($143,86 \pm 22,18 \mu\text{m}$ vs $75,55 \pm 17,42 \mu\text{m}$).

En la comparación de resultados por sectores de la papila pre y post cirugía se observó una ligera disminución en el valor de la media en todos los cuadrantes, excepto en sector temporal superior (TS) y nasal superior (NS); en ningún caso esta diferencia fue estadísticamente significativa.

➤ **Comparación de las medidas obtenidas pre y post cirugía para cada paciente en los parámetros obtenidos mediante OCT Spectralis de referencia**

Parámetros obtenidos <u>Spectralis OCT</u>	Media Preoperatorio (μm)	Media Postoperatorio (μm)	p
Espesor macular	229,01	233,97	0,032
Espesor nervio óptico Sector G	104,44	102,44	0,203
Espesor nervio óptico Sector TS	140,25	143,86	0,174
Espesor nervio óptico Sector NS	105,72	106,39	0,756
Espesor nervio óptico Sector T	83,47	79,47	0,456
Espesor nervio óptico Sector N	77,77	75,55	0,321
Espesor nervio óptico Sector TI	158,5	154,69	0,832
Espesor nervio óptico Sector NI	114,72	109,75	0,165

Tabla 2: Representación de medias y significación estadística de las medidas preoperatorias y postoperatorias obtenidas mediante Spectralis OCT

Ninguno los parámetros evaluados presenta diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,005$); excepto el valor del espesor macular.

En las siguientes gráficas de dispersión (Figuras 10-17) se muestran un patrón de valores que indica el tipo e intensidad de la relación entre dos variables medidas antes y después de la operación: espesor macular y espesor de nervio óptico (general y dividido por sectores). Se representa en el eje horizontal (eje x) la variable postoperatoria mientras que a lo largo del eje vertical los valores preoperatorios. Se representa una línea de tendencia y su ecuación junto con el coeficiente que aporta el valor de ajuste conseguido en el modelo lineal.

Se observó que tanto el espesor macular, como el espesor del nervio óptico (general como por sectores) se halló una dependencia positiva entre los valores, a excepción del sector nasal de nervio óptico que presentó una correlación negativa entre los valores.

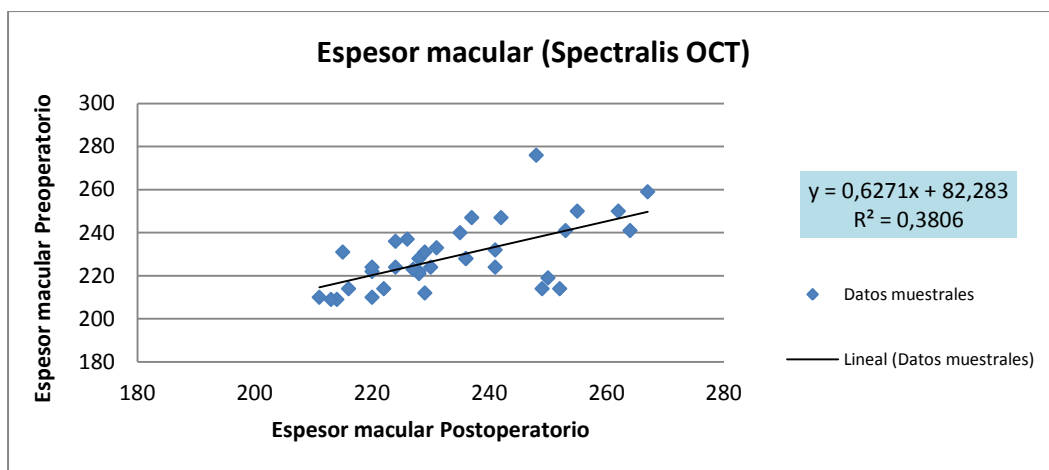


Figura 10: distribución valores pre y post operatorios correspondientes a espesor macular ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

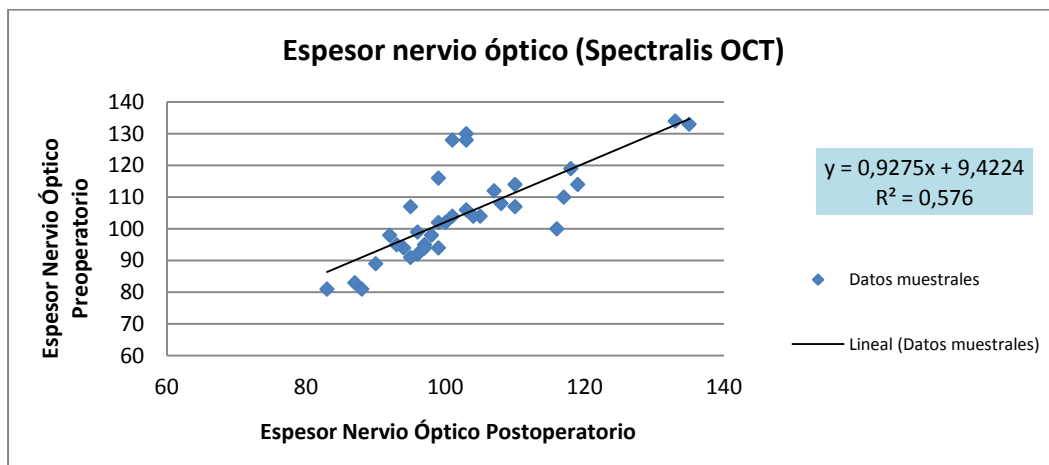


Figura 11: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes a espesor nervio óptico general ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

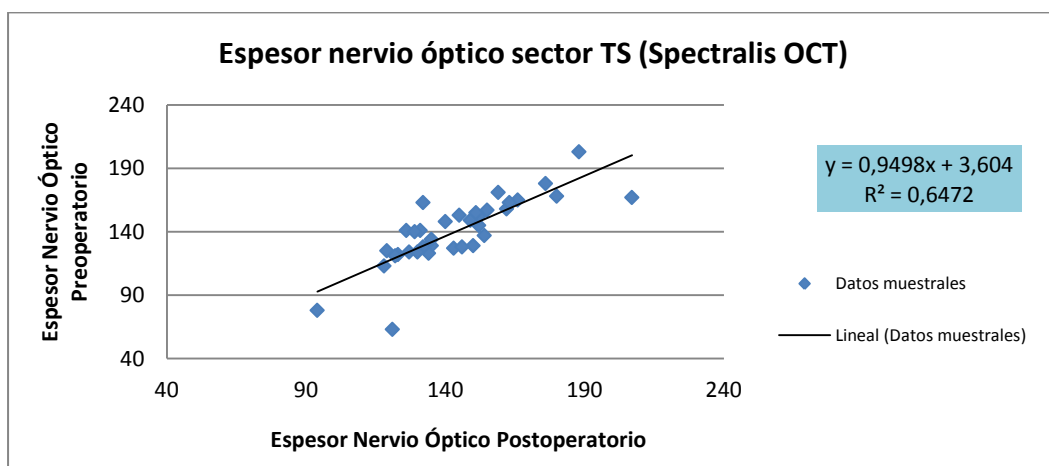


Figura 12: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector temporal superior, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

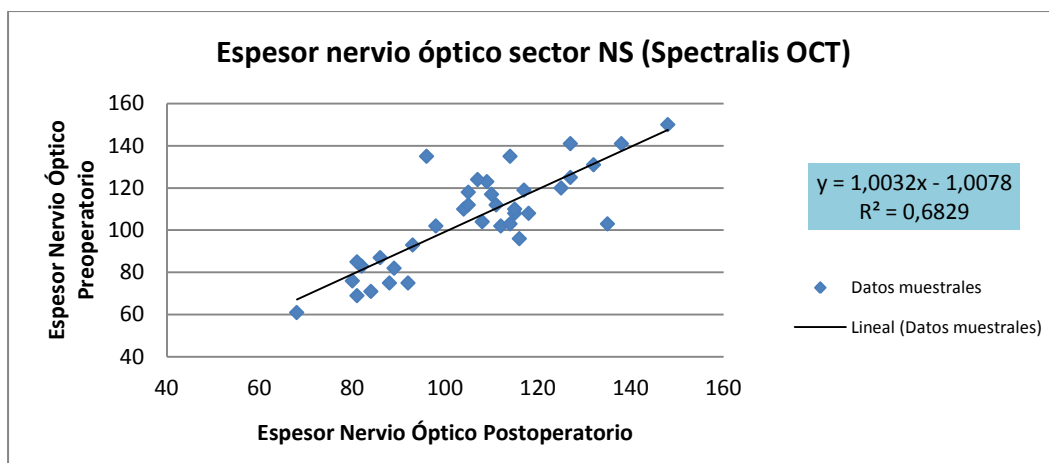


Figura 13: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector nasal superior, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

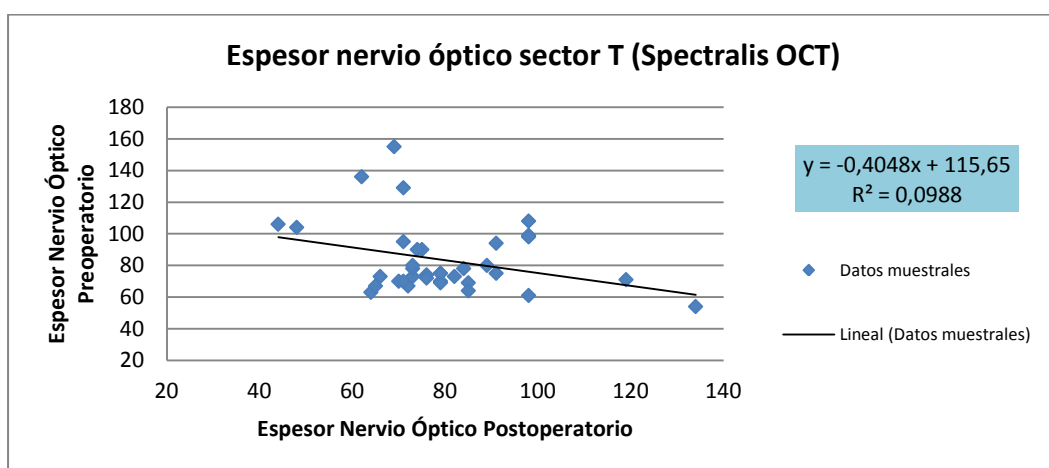


Figura 14: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector temporal, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

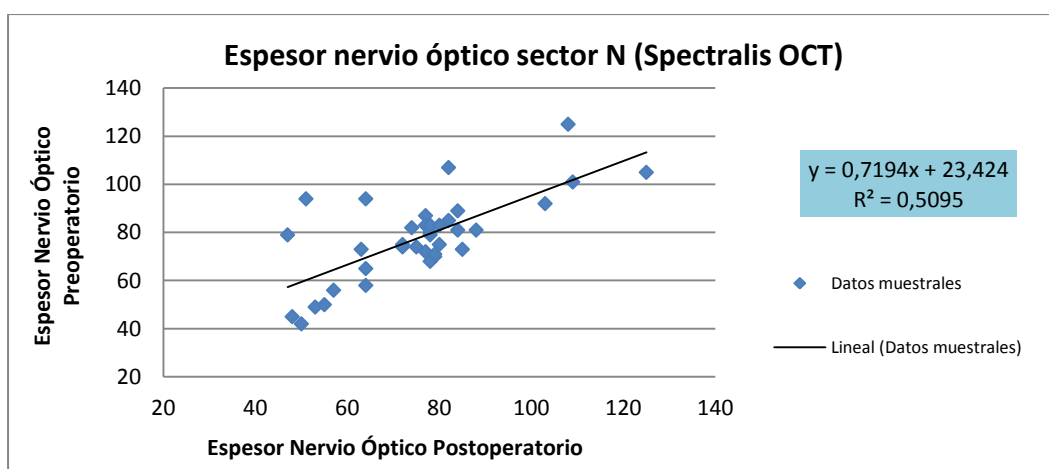


Figura 15: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector nasal, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

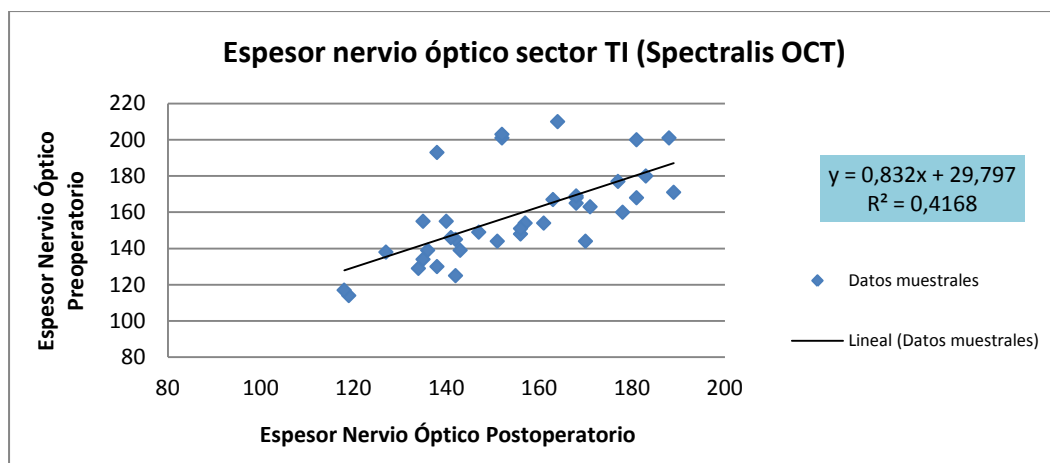


Figura 16: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector temporal inferior, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

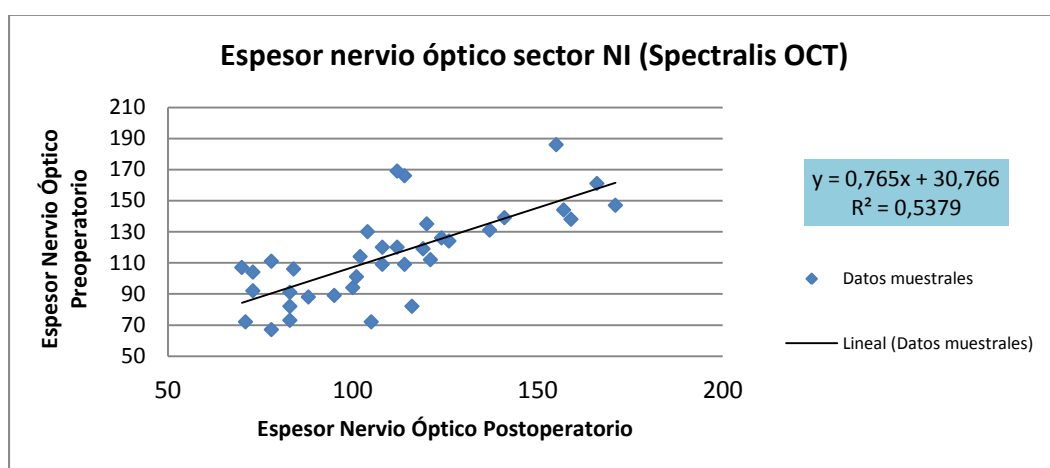


Figura 17: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio óptico en el sector nasal inferior, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

- **Comparación de las medidas obtenidas pre y post cirugía para cada paciente en los parámetros obtenidos mediante exploración complementaria con OCT Cirrus**

Parámetro Cirrus OCT	Media Preoperatorio (μm)	Media Postoperatorio (μm)	p
Espesor macular	255,97	264,5	0,004
Espesor promedio nervio óptico (Average RFNL)	96,64	98,14	0,432

Tabla 3: Representación de medias y significación estadística de las medidas preoperatorias y postoperatorias obtenidas mediante Cirrus OCT

En las siguientes gráficas se determinó tanto el espesor macular como el espesor del nervio óptico promedio, las cuales presentan una correlación positiva y fuerte descrito mediante valores próximos a la recta.

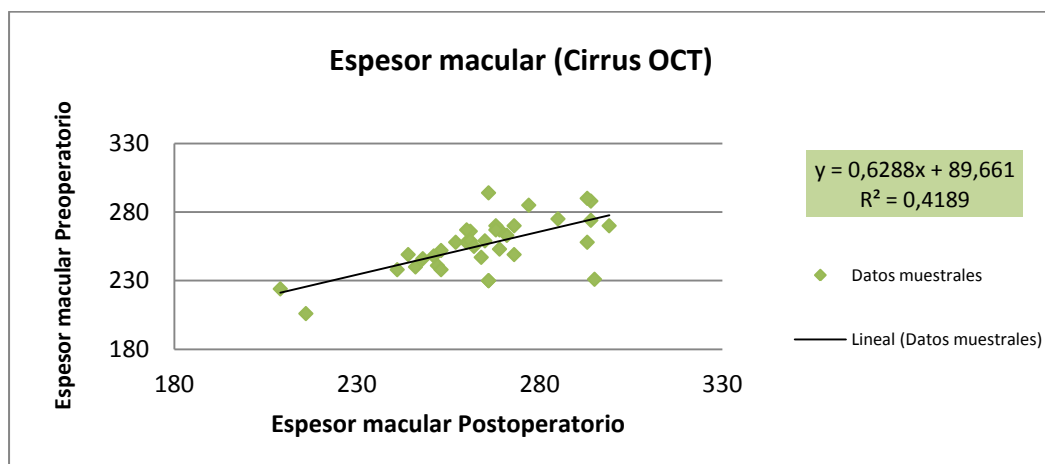


Figura 18: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor macular, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

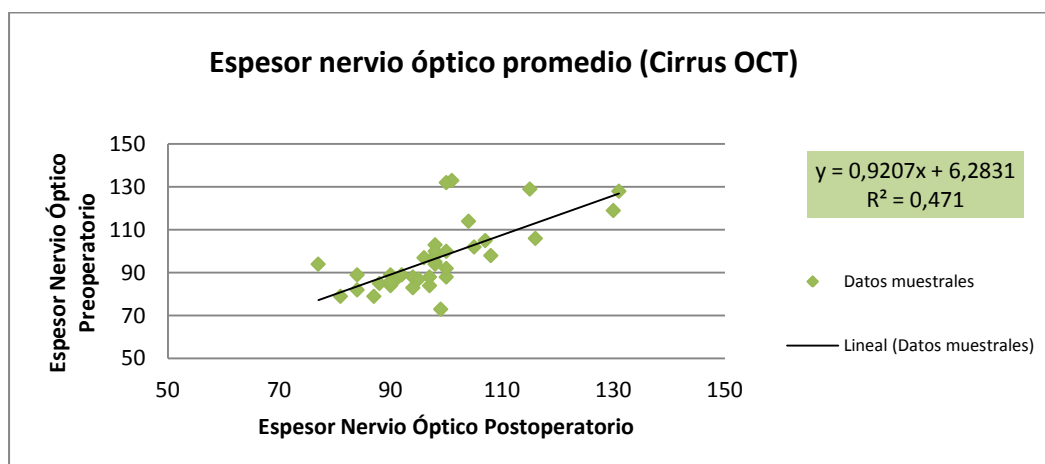


Figura 19: distribución de los valores pre y post operatorios correspondientes al espesor nervio promedio, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

➤ **Comparación de las medidas postoperatorias obtenidas con OCT Spectralis de referencia y OCT Cirrus complementario**

Parámetro Postoperatorio	Spectralis OCT (μm)	Cirrus OCT (μm)	p
Espesor macular (media valores)	233,97	264,5	<0,05
Espesor nervio óptico (media valores)	102,44	98,14	<0,05

Tabla 4: Representación de medias y significación estadística de las medidas preoperatorias y postoperatorias obtenidas mediante un OCT de referencia (Spectralis) y un OCT complementario (Cirrus)

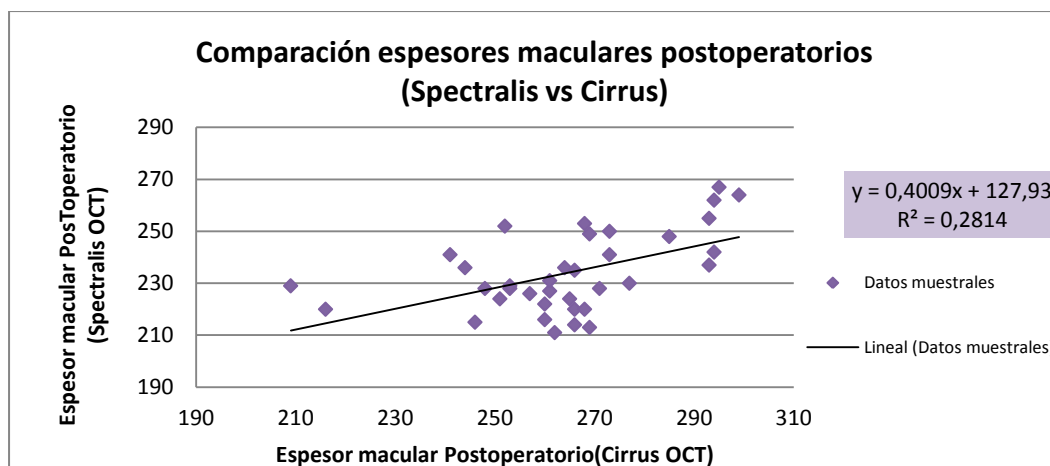


Figura 20: Distribución de los valores postoperatorios de espesor macular para comparación OCT Spectralis de referencia y OCT Cirrus complementario, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

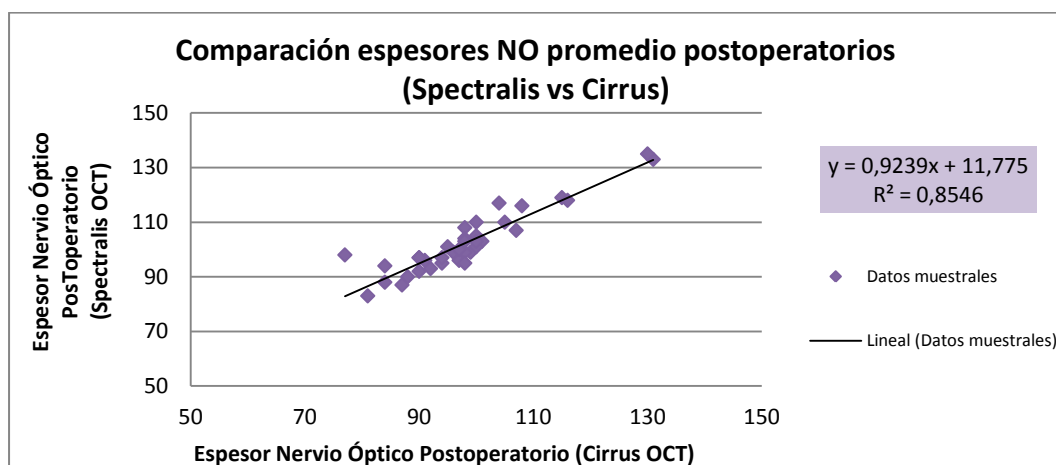


Figura 21: Distribución de los valores postoperatorios de espesor de nervio óptico promedio para comparación OCT Spectralis de referencia y OCT Cirrus complementario, ajustados mediante una línea de tendencia junto a la ecuación del gráfico y el valor R^2

- Comparación entre las medidas estructurales obtenidas por método exploratorio postoperatorio y tipo de lente intraocular implantada (monofocal/multifocal)

Parámetro Estructural Postoperatorio	LIO Monofocal		LIO Multifocal		Total LIO implantada		p
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Macular thickness OCT Cirrus	272,75	19,21	258,08	20,18	263,95	20,65	0,122
Espesor macular Spectralis OCT	238,88	16,91	233,25	14,07	235,50	15,01	0,429
Average RNFL OCT Cirrus	104	14,12	94,75	6,03	98,45	10,78	0,058
Espesor NO Sector G	106,63	15,14	99,58	5,40	102,40	10,67	0,153
Espesor NO Sector T	80,25	10,79	80,83	17,55	80,60	14,88	0,932
Espesor NO Sector N	80,25	24,07	72,42	12,33	75,55	17,81	0,349
Espesor NO Sector TS	148,13	22,7	139,58	15,23	143	18,51	0,325
Espesor NO Sector NS	106,25	16,68	101,92	15,74	103,65	15,83	0,563
Espesor NO Sector TI	157,88	23,98	151	17,72	153,75	20,14	0,470
Espesor NO Sector NI	117,63	30,92	102,08	19,86	108,3	25,33	0,186
HOA Total	0,134	0,046	0,155	0,038	0,147	0,042	0,290
Factor Q	-0,226	0,065	-0,236	0,139	-0,232	0,113	0,847

Tabla 2: Significación estadística de las medidas estructurales postoperatorias en función de la lente implantada asumiendo varianzas iguales mediante Bonferroni

No se consideraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ningún parámetro estructural postoperatorio medidos entre el grupo de lentes intraoculares monofocales y el grupo de lentes intraoculares multifocales.

6. Discusión

El procedimiento para la realización de cirugía de cataratas ha avanzado considerablemente en los últimos años, llegando a ser mínimamente invasiva evitando así las posibles complicaciones.

En este estudio se ha evaluado la existencia de cambios en los parámetros estructurales del globo ocular, antes y después de una cirugía de catarata. En las mediciones exploratorias nos centramos en la comparación principalmente de los parámetros estructurales con dos OCT, uno de referencia (Spectralis) y uno complementario (Cirrus). Comparamos los valores antes y después de la cirugía de cataratas con los dos aparatos, planteándonos así la existencia o no de diferencias en las medidas; y observando si esta diferencia es estadísticamente significativa. A su vez, realizamos una comparación entre ambos aparatos sobre las medidas obtenidas. También se han obtenido factores no principalmente estructurales, como la HOA total y el factor Q de asfericidad, los cuales nos proporcionan información adicional en el análisis de este estudio.

En el examen de las variables a estudiar no se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre preoperatorio y postoperatorio en ninguna variable de **nervio óptico**, tanto con OCT Spectralis como con OCT Cirrus. Todas estas medidas de nervio óptico (en promedio general y diferenciado por sectores) se encontraron dentro de los parámetros de normalidad en lo referente al espesor¹⁴.

Los resultados reflejan que la mayor media de espesor, tanto en la exploración preoperatoria como en la postoperatoria, corresponde al sector temporal inferior (TI); mientras que el que menor media de espesor preoperatoria y postoperatoria presenta es el sector nasal (N). Estos datos coinciden con la bibliografía existente ya que el grosor de la papila es máximo en el sector temporal inferior, disminuye ligeramente sobre el sector temporal superior, y aún es menor sobre el sector nasal¹⁵. Pero si establecemos la regla de proporciones "ISNT", los sujetos sometidos a este estudio no la cumplen, ya que el sector de menor espesor no es el sector temporal, sino el nasal.

En la comparación de resultados por sectores de la papila pre y post cirugía se observó una ligera disminución en el valor de la media en todos los cuadrantes (diferencia no significativamente estadística), excepto en sector temporal superior (TS) y nasal superior (NS); en ningún caso, esta última diferencia de aumento en valor es mayor a 5 μm . Revisando la bibliografía encontramos muchas discrepancias entre los resultados de los estudios que comparan la CFNR después de la cirugía de cataratas. Diversos autores, *Ching HY et al*¹³, *El-Ashry et al*¹⁴, *Pareja-Esteban J. et al*¹⁵, han hallado un aumento en el grosor de los sectores en un tiempo transcurridos desde la finalización de la cirugía de catarata hasta 30 días más tarde. En estos estudios mencionados, aparte de realizar la medición postoperatorio durante el mes siguiente a la cirugía, destacan la limitación de obtención de imágenes de calidad reducida en el protocolo preoperatorio.

Por otro lado autores como *Pauline H. et al*¹⁶ y *Mwanza JC. et al*¹⁷, reconocen que el espesor de CFNR postoperatorio (tanto promedio, como por sectores) mantiene relación con el espesor medido en la exploración preoperatoria; y que incluso disminuye (de manera ligera) respecto a éste. Ambos estudios relacionan esta afirmación con la calidad tomada de las medidas, en la cual, los parámetros son adquiridos en condiciones óptimas de imagen. Estos resultados, son acordes con los obtenidos en nuestro estudio, ya que nuestras medidas postoperatorias coinciden en gran medida con las preoperatorias. Los resultados obtenidos coinciden también en el tiempo transcurrido para la exploración postoperatoria, comprendida entre 4 y 8 semanas después de la intervención de

cataratas. De la misma manera, cabe recalcar que todas las medidas realizadas a los pacientes incluidos en este estudio cuentan con calidades de imagen óptimas según los criterios de utilización de cada aparato; imagen de calidad 7 o mayor (Signal Strength) para OCT Cirrus e imágenes de calidad ≥ 25 en la barra de calidad de imagen en Spectralis OCT.

Las condiciones favorables de transparencia de medios así como de ausencia de inflamación corneal un mes después de la cirugía, pueden ser la causa de que transcurridos más de un mes de la cirugía en la exploración postoperatoria obtengamos un espesor de CFNR más próximo en valor al resultado preoperatorio.

Varios estudios han investigado sobre cambios **maculares** después de la cirugía de cataratas utilizando OCT Cirrus: *Biro et al.*¹⁸, *Gerasimos et al.*¹⁹, *Knez et al.*²⁰. Los parámetros maculares medidos pre y pos cirugía en el estudio *Biro et al.*²⁰ fueron $234.1 \pm 2.6 \mu\text{m}$ en preoperatorio vs $247,7 \pm 4,6 \mu\text{m}$ en postoperatorio; mientras que los valores obtenidos en el estudio *Knez et al.*²⁰ fueron $206.22 \pm 24.90 \mu\text{m}$ vs $218.52 \pm 38.1 \mu\text{m}$. En todos ellos se demuestra que el espesor macular total de los pacientes sometidos a cirugía de catarata experimenta un incremento después de la cirugía. Este hallazgo coincide con los resultados obtenidos en nuestro estudio, en los que obtenemos un valor estadísticamente significativo tanto en el espesor macular medido con OCT Spectralis ($229,01 \pm 15,4 \mu\text{m}$ vs $233,97 \pm 15,15 \mu\text{m}$), como con OCT Cirrus ($255,97 \pm 19,48 \mu\text{m}$ vs $264,5 \pm 20,05 \mu\text{m}$). Comparamos nuestros valores obtenidos con OCT Cirrus en la exploración pre y pos cirugía con los valores conseguidos (con el mismo aparato) en los estudios mencionados y se observa una cierta relación y concordancia entre los resultados. Comprobamos que en todos los estudios referidos también encuentran significación estadística en referencia al espesor macular.

Este aumento aparente suele estar asociado a cambios subclínicos que provocan una leve inflamación ocular post cirugía debido es la acumulación de líquido en la mácula, pudiendo ser definido éste como un edema macular pre-quistico. En todos los estudios mencionados, se realiza una primera medición del espesor macular a lo largo de la primera semana después de la intervención quirúrgica, donde la comparación de resultados pre y post no es estadísticamente significativa (no es patente el curso inflamatorio en ese momento). Más tarde, se realiza otra medición entre la segunda y cuarta semana post cirugía, donde la diferencia aquí sí es significativa (ya es visible el cuadro inflamatorio).

Cabe recalcar que, dichos estudios mencionados tienen en común el retorno en valor del espesor macular a los niveles iniciales después del primer mes postoperatorio. En concreto en el estudio *Knez et al.*²⁰, se realiza un seguimiento de los cambios de espesor de la mácula postoperatorio durante 3 meses, en el que los resultados muestran que el aumento máximo de espesor se produce al mes de la cirugía; existiendo una disminución gradual de los valores medidos durante los 3 meses siguientes del seguimiento. Por ello, se debería realizar un seguimiento del espesor macular postoperatorio para asegurar que es una complicación transitoria y reversible de la cirugía de cataratas, y no una patología asociada.

Ante estos resultados, se rechaza la hipótesis realizada, ya que la cirugía de catarata sí que altera las mediciones de las estructuras neurroretinianas del fondo del ojo en lo correspondiente al espesor macular.

Aunque este estudio tiene como objeto la comparación de parámetros meramente estructurales, incluimos el factor de asfericidad Q y HOA total como apoyo y como dato funcional adicional en la observación general de este estudio. Se observa significación estadística pre y post cirugía en las aberraciones de alto orden (HOA), que disminuyen en valor después de la cirugía. Este hecho puede relacionarse con la propia opacificación del cristalino, que produce un aumento en el valor de las aberraciones de alto orden.

Entre los resultados de la exploración, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ningún parámetro estructural postoperatorio medido entre el grupo de lentes intraoculares monofocales y el grupo de lentes intraoculares multifocales.

En la comparación de los parámetros estructurales obtenidos con OCT Spectralis y OCT Cirrus, obtenemos diferencias significativas entre los resultados. Por tanto, las mediciones no pueden ser comparadas. Tenemos que tener en cuenta las características internas de cada aparato, y las diferencias existentes, por ejemplo, entre la resolución axial y transversal o el principio físico. De la misma manera no miden las mismas capas de la retina, ya que OCT Cirrus mide de CFNR hasta la capa externa del epitelio pigmentario de la retina (EPR), mientras que OCT Spectralis mide desde la CFNR hasta la capa limitante interna del EPR. Así pues, ambos OCT cuentan con una capa del EPR de referencia distinta, que en el caso del Cirrus es mucho más profunda.

También hemos encontrados distintos espesores utilizando ambos OCT. El espesor macular medido postoperatorio con el OCT Cirrus fue aproximadamente 30 μm superior al mismo parámetro valorado con el OCT Spectralis. Existen, por tanto, variaciones en las mediciones de los distintos sistemas de OCT en la valoración del espesor macular. Este grado de variabilidad nos indica que los pacientes deberían ser preferentemente seguidos con un mismo aparato²¹.

Cabe destacar, por otro lado, la existencia de una tasa de error en la medición preoperatoria influenciada por el grado de opacidad del cristalino, dato a tener en cuenta en estudios en los que se evalúen los cambios en espesor de CFNR mediante OCT, y en la interpretación de resultados de edema macular císticoide después de la cirugía de cataratas. Específicamente en nuestro estudio, todas las medidas estructurales se realizaron con una alta calidad según las características de cada aparato, tanto en la exploración preoperatoria como en la postoperatoria para evitar así este posible error.

Sin embargo, estos resultados están sujetos bajo un tamaño muestral pequeño, en el que las exploraciones postoperatorias no han sido realizadas en el mismo intervalo de tiempo para todos los pacientes, sino que se realizaron en un tiempo comprendido entre 2 ± 1 meses.

7. Conclusiones

- **Primera:** En la medición OCT Spectralis de referencia el espesor macular central aumenta después de la cirugía de catarata, mientras que el de nervio óptico toma valores próximos a los valores preoperatorios.
- **Segunda:** Con instrumento adicional OCT Cirrus el espesor macular central aumenta después de la cirugía de catarata, mientras que el de nervio óptico toma valores próximos a los valores preoperatorios.
- **Tercera:** No existe relación ni concordancia entre los resultados de los parámetros maculares y de nervio óptico medidos en exploración postoperatoria de catarata entre OCT Spectralis y OCT Cirrus.
- **Cuarta:** No se evidencia diferencias entre los parámetros estructurales postoperatorios y el grupo de lentes intraoculares monofocales y multifocales.
- **Quinta:** no existen diferencias pre y post operatorias para el valor de asfericidad Q. Los valores comparados de aberración total de alto orden (HOA) presentan diferencias significativas, disminuyendo en valor el resultado tras la cirugía de cataratas.

8. Referencias

1. Instituto nacional de estadística, INE (en línea). (Consultado el 10 de Marzo 2015). Disponible en: <http://www.ine.es/>
2. Naciones Unidas, ONU. (Consultado el 2 de Marzo 2015) Disponible en: <http://www.un.org/es/index.html>
3. ROMITO, K.; KARP, CL. Cataract Surgery. Healthwise Staff, Incorporated. 2013. (Consultada el día 5 de Abril de 2014). Disponible en: <http://www.webmd.com/eye-health/cataracts/extracapsular-surgery-for-cataracts>
4. ARNTS, A. Catarata. Escuela de Medicina Universidad Católica de Chile. 2011. (Consultada el 15 de Abril de 2014). Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/Cursos/quinto/Especialidades/Oftalmologia/pdf/Cataratas.pdf>
5. POLO, V. Apuntes asignatura Actuación optométrica en cirugía oftálmica. Grado en Óptica y optometría UNIZAR. Curso 2014/2015.
6. GIBELALDE, A; MENDICUTE, J. Manifestaciones visuales en los pacientes con catarata. Oftalmoseo. (Consulta 13 de Abril de 2014)
7. AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY. *Cristalino y cataratas*. Elsevier. 2008. pp. 231
8. RUIZ MEGIAS, S. (2013). *Correlación en la clasificación y gradación de cataratas entre valoración subjetiva (Locs III System) y objetiva (OSI) mediante la técnica de doble paso*. Trabajo Final de Máster. Cataluña: Facultad de Óptica y Optometría Terrassa. <<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/19509/1/TFM%20SRM%20Definitiu.pdf>>
9. SZYMON, M.; SMIGIELSKI, J. The Prevalence of Age-Related Eye Diseases and Cataract Surgery among Older Adults in the City of Lodz, Poland. J Ophthalmol. 2015. 2015(1):1-7.
10. Abbott Laboratories Inc. Abbott Park, Amo Inc (2012). (Consultado el 20 de Abril 2015). Disponible en: <http://www.amo-inc.com/>
11. FUERTES LÁZARO, I. Apuntes asignatura Optometría Clínica. Grado en Óptica y optometría UNIZAR. Curso 2013/2014.

12. LUJÁN, R.; LORENTE, A.; NEGÓI, I. Trabajo OCT tomografía coherencia óptica. Asignatura Optometría Clínica. Grado en Óptica y optometría UNIZAR. Curso 2013/2014.
13. Ching H.Y.; Wong A.C.; Wong C.; Woo D; Chan C. Cystoid macular oedema and changes in retinal thickness after phacoemulsification with optical coherence tomography. *Eye* 2006; 20: 297-303.
14. AYALA, ME.; ANDRADA, MT.; ANTÓN, A. Comparación de las medidas de la papila obtenidas con biomicroscopia y con oftalmoscopia de láser confocal. *Arch. Sociedad Española Oftalmología*. 2004. 79:273-280
15. PAREJA ESTEBAN, J., TEUS-GUEZALA, M.A., DRAKE-CASANOVA, P.; DAPENA-SEVILLA, I. Cambios en el espesor de la capa de fibras nerviosas tras cirugía de cataratas medidos con OCT: Un estudio piloto. *Sociedad Española de Oftalmología*. 2009. 84(6): 305-310
16. PAULINE, H.; THOMAS, J; et al. The relationship between the optical density of cataract and its influence on retinal nerve fibre layer thickness measured with spectral domain optical coherence tomography. *Acta Ophthalmologica*. 2013. 91(5):418-424
17. MWANZA, JC.; BHORADE, AM.; et al. Effect of cataract and its removal on signal strength and peripapillary retinal nerve fiber layer optical coherence tomography measurements. *Bascom Palmer Eye Institute*. 2011. 20(1):37-43
18. BIRO, Z.; BALLA, Z.; KOVACS, B. Change of foveal and perifoveal thickness measured by OCT after phacoemulsification and IOL implantation. *Eye (Lond)*. 2008. 22(1):8-12
19. GERASIMOS, TH.; PAPACONSTANTINO, D; et al. Foveal thickness after phacoemulsification as measured by optical coherence tomography. *Clin Ophthalmol*. 2008. 2(4): 817–820
20. KNEZ, N.; SISKOK, K.; PAHOR, D. Influence of Cataract Surgery on Macular Thickness – a 3-month Follow-up. *The Journal of International Medical Research*. 2011. 39: 1113 – 1121
21. PINILLA, I; GARCIA-MARTIN, E.; CUENCA, N. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral. Utilidad en el control del espesor macular en enfermos afectados de retinosis pigmentaria. *Visión*. 2009. vol. 34, pp. 9–14